

PAT-NO: JP02005108420A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2005108420 A

TITLE: METHOD OF FORMING READ SENSOR USING PHOTORESIST  
STRUCTURES WITHOUT UNDERCUT WHICH ARE REMOVED BY USING  
CHEMICAL-MCCHANICAL POLISHING (CMP) LIFT-OFF PROCESSES

PUBN-DATE: April 21, 2005

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BAER, AMANDA	N/A
CYRILLA, MARIE-CLAIRE	N/A
DILL, FREDERICK HAYES	N/A
WANG, BENJAMIN LU CHEN	N/A
HWANG, CHARNGYE	N/A
PINARBASI, MUSTAFA	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI GLOBAL STORAGE TECHNOLOGIES NETHERLANDS BV	N/A

APPL-NO: JP2004287730

APPL-DATE: September 30, 2004

PRIORITY-DATA: 2003675697 ( September 30, 2003)

INT-CL (IPC): G11B005/39, H01L043/08

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of forming a read sensor for very narrow track width in a method for manufacturing a read sensor for magnetic head.

SOLUTION: Height of a stripe is decided prior to track width by using a formed photoresist layer without undercut.

COPYRIGHT: (C)2005,JPO&NCIPI

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-108420

(P2005-108420A)

(43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>G11B 5/39  
H01L 43/08

F1

G11B 5/39  
H01L 43/08

テーマコード(参考)

5D034

審査請求 未請求 請求項の数 30 OL (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-287730 (P2004-287730)  
 (22) 出願日 平成16年9月30日(2004.9.30)  
 (31) 優先権主張番号 10/675,697  
 (32) 優先日 平成15年9月30日(2003.9.30)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 503116280  
 ヒタチグローバルストレージテクノロジーズ  
 ネザーランドビービー  
 オランダ国 1076エーゼット, アム  
 ステルダム, ロケーテリケード 1  
 (74) 代理人 100068504  
 弁理士 小川 勝男  
 (74) 代理人 100095876  
 弁理士 木崎 邦彦  
 (72) 発明者 アマンダ ベール  
 アメリカ合衆国95008、カリフォルニ  
 ア州、キャンプベル、ユニオンアベニュー  
 355C

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学的機械研磨(CMP)リフトオフ・プロセスにより除去されるアンダカットの無いフォトレジスト構造物を用いた読み取りセンサ形成方法

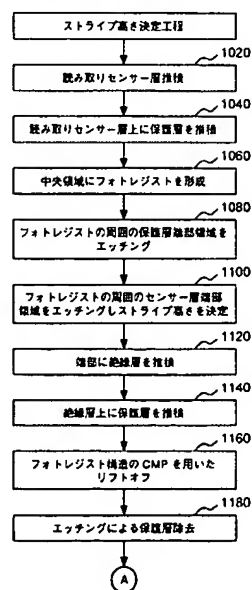
(57) 【要約】

【課題】 極めて細いトラック幅の読み取りセンサ形成方法を提供することにある。

【解決手段】 アンダカットなしで形成したフォトレジスト層を用いて、トラック幅に先だてストライプ高を決定することを特徴とする。

【選択図】 図1

図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

磁気ヘッド用読み取りセンサを形成するのに用いる方法であって、  
読み取りセンサのトラック幅を形成する前に、  
複数の読み取りセンサ層上の中央領域にフォトレジスト層を形成し、  
前記読み取りセンサ層の端部を除去し、中央部は前記フォトレジスト層の下に残るように、前記読み取りセンサ層をエッチングし、これにより、該読み取りセンサのストライプ高さを決定し、さらに、  
化学的機械研磨（CMP）パッドを用いた機械的相互作用によって前記フォトレジスト層を除去することを含む磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

10

## 【請求項 2】

前記フォトレジスト層は、アンダカット無しで形成される請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

## 【請求項 3】

前記フォトレジスト層は、第 1 フォトレジスト層を有し、さらに、  
前記読み取りセンサのストライプ高さを決定した後に、  
該読み取りセンサ層上の中央領域に第 2 フォトレジスト層を形成し、さらに、  
該読み取りセンサ層の端部を除去し、中央部は前記第 2 フォトレジスト層の下に残るように、該読み取りセンサ層をエッチングし、これにより該読み取りセンサのトラック幅を決定することを含む請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

20

## 【請求項 4】

前記フォトレジスト層は、第 1 フォトレジスト層を有し、  
前記読み取りセンサのストライプ高さを決定した後に、  
該読み取りセンサ層上の中央領域に第 2 フォトレジスト層を形成し、そして、  
該読み取りセンサ層の端部は除去され、中央部は前記第 2 フォトレジスト層の下に残るように該読み取りセンサ層をエッチングし、これにより該読み取りセンサのトラック幅を決定し、  
該読み取りセンサの周囲にハードバイアス層とリード層を堆積し、  
さらに、CMPパッドを用いた機械的相互作用により前記第 2 フォトレジスト層を除去することをさらに含む請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

30

## 【請求項 5】

前記読み取りセンサ層をエッチングした後に、該読み取りセンサの周囲に絶縁層を形成し、該絶縁層の端部を除去することをさらに含む請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサの成方法。

## 【請求項 6】

前記フォトレジスト層を除去する操作は該フォトレジスト層をCMPパッドにより機械的に押し付けることからなる請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

## 【請求項 7】

前記フォトレジスト層を除去する前に、前記読み取りセンサ層と前記フォトレジスト層の間に保護層を形成することをさらに含む請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

40

## 【請求項 8】

前記フォトレジスト層を除去する前に、前記読み取りセンサ層を囲む材料の上に保護層を形成することを更に含み、そして、そこにおいて当該材料は絶縁材料及びリード材料の一からなる請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

## 【請求項 9】

前記フォトレジスト層の除去の前に、前記読み取りセンサ層及び周囲の材料の上に、約 50～200 オングストロームの間の厚さになるように保護層を形成することをさらに含む請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

## 【請求項 10】

50

前記フォトレジスト層の除去の前に、前記読み取りセンサ層及び周囲の材料の上に、保護層を形成することを更に含み、該保護層はカーボンを含み請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 1】

前記フォトレジスト層の除去の前に、前記読み取りセンサ層及び周囲の材料の上に、保護層を形成することをさらに含み、該保護層は約 22 GPa の硬度のカーボンを含む請求項 1 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 2】

磁気ヘッド用読み取りセンサの形成に用いられる方法であって、  
複数の読み取りセンサ層上の中央領域に第 1 フォトレジスト層を形成し、  
該読み取りセンサ層の端部を除去し、中央部は前記第 1 フォトレジスト層の下に残るように該読み取りセンサ層をエッチングし、  
前記第 1 フォトレジスト層を化学的機械研磨 (CMP) パッドとの機械的相互作用によって除去し、  
前記読み取りセンサのストライプ高さを決定し、  
次いで、

10

前記読み取りセンサ層上の中央領域に第 2 フォトレジスト層を形成し、  
該読み取りセンサ層の端部を除去し、中央部は該第 2 フォトレジスト層の下に残るように該読み取りセンサ層をエッチングし、  
該第 2 フォトレジスト層を CMP パッドとの機械的相互作用によって除去すること  
により、結果として、読み取りセンサのトラック幅を決定する磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

20

【請求項 1 3】

前記第 1 フォトレジスト層を用いて前記読み取りセンサ層をエッチング後、前記端部が除去された前記読み取りセンサの周囲に絶縁層を形成することをさらに含み請求項 1 2 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 4】

前記第 1 フォトレジスト層を用いて前記読み取りセンサ層をエッチング後、前記端部が除去された前記読み取りセンサの周囲に絶縁層を形成し、かつ、  
前記第 2 フォトレジスト層を用いて前記読み取りセンサ層をエッチング後、前記端部が除去された前記読み取りセンサの周囲にハードバイアスとリード層を形成することをさらに含み請求項 1 2 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

30

【請求項 1 5】

前記第 1 および前記第 2 フォトレジスト層はアンダーカット無しに形成される請求項 1 2 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 6】

前記第 1 のフォトレジスト層を除去する操作は該第 1 のフォトレジスト層を CMP パッドにより機械的に圧迫することを含む請求項 1 2 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 7】

40

前記第 1 フォトレジスト層を除去する前に、前記読み取りセンサ層と周囲材料の上に保護層を形成することをさらに含み請求項 1 2 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 フォトレジスト層を除去する前に、前記読み取りセンサ層と周囲材料の上に保護層を形成することをさらに含み、かつ、前記保護層はカーボンを含む請求項 1 2 に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項 1 9】

前記第 1 フォトレジスト層を除去する前に、前記読み取りセンサ層と周囲材料の上に第 1 保護層を形成し、かつ、前記第 2 フォトレジスト層を除去する前に、前記読み取りセン

50

サ層と周囲材料の上に第2保護層を形成することをさらに含む請求項12に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項20】

前記第1フォトレジストを除去する前に、前記読み取りセンサと周囲材料の上に第1の保護層を形成し、前記第2フォトレジスト層を形成する前に、前記読み取りセンサ層と周囲の材料の上に第2保護層を形成することをさらに含み、該第1と第2保護層がカーボンを含むことを特徴とする請求項12に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

【請求項21】

前記第1フォトレジスト層の除去の前に、前記読み取りセンサ層と周囲材料の上に第1の保護層を形成し、前記第2フォトレジスト層の形成の前に、前記読み取りセンサ層と周囲の材料の上に第2保護層を形成することをさらに含み、前記第1と第2保護層は約22 GPaの硬度を有するカーボンを含む請求項12に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法。

10

【請求項22】

前記第1フォトレジスト層の除去の前に、前記読み取りセンサ層と周囲の材料の上に第1保護層を形成し、前記第2フォトレジスト層の形成の前に、前記読み取りセンサ層と周囲の材料の上に第2保護層を形成することをさらに含み、前記第1と第2保護層は約50～200オングストロームの間の厚さに形成する請求項12に記載の磁気ヘッド用読み取りセンサ形成方法

【請求項23】

磁気ヘッドの読み取りセンサの形成方法であって、複数の読み取りセンサ層の上の中央領域にアンダカットのないフォトレジストを形成し、該フォトレジストの下に保護層を形成し、前記読み取りセンサ層をエッチングして、該読み取りセンサ層の端部を除去し、その中央部が前記フォトレジスト層の下に残るようにし、これにより前記読み取りセンサのストライプ高を決定し、そして、化学的機械研磨(CMP)パッドとの機械的相互作用によって該フォトレジスト層を除去する磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法。

20

【請求項24】

前記フォトレジストは第1フォトレジストを含み、  
前記読み取りセンサのストライプ高を決定した後に、  
該読み取りセンサ層上の中央領域にアンダカットのない第2フォトレジスト層を形成し、そして、  
該読み取りセンサ層をエッチングして、該読み取りセンサ層の端部を除去し、中央部が前記第2フォトレジスト層の下に残るようにし、これにより該読み取りセンサのトラック幅を決定することをさらに含む請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法。

30

【請求項25】

前記フォトレジストは第1フォトレジストからなり、  
前記読み取りセンサのストライプ高を決定した後に、  
該読み取りセンサ層上の中央領域にアンダカットのない第2フォトレジスト層を形成し、  
該読み取りセンサ層をエッチングして、該読み取りセンサ層の端部を除去し、中央部が該第2フォトレジスト層の下に残るようにし、これにより読み取りセンサのトラック幅を決定し、そして、

40

CMPパッドとの機械的な相互作用により前記第2フォトレジストを除去することをさらに含む請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法。

【請求項26】

前記保護層がカーボンを含む請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法。

【請求項27】

50

前記保護層は約22GPaの硬度を有するカーボンを含む請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法

【請求項28】

前記保護層は約50～200オングストロームの間の厚さに形成される請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法。

【請求項29】

前記保護層が前記読み取りセンサ層の上に形成される請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法。

【請求項30】

前記保護層が前記読み取りセンサ層と周囲の絶縁材の上に形成される請求項23に記載の磁気ヘッドの読み取りセンサの形成方法。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、磁気ヘッド用の読み取りセンサを製造する方法に関する。特に、本発明は、第1のプロセスで、アンダカットのない第1フォトレジスト層を化学的機械研磨(CMP)リフトオフ技術により除去して、読み取りセンサのストライプ高を決定し、次のプロセスで、アンダカットのない第2フォトレジスト層をやはりCMPリフトオフ技術により除去して、読み取りセンサのトラック幅を決定する方法に関する。

【背景技術】

20

【0002】

スライダ上に取り付けられる読み取り／書き込み磁気ヘッドは、磁気ディスク上のトラックからのデータ読み取り、それへのデータ書込みに使用される。このスライダも磁気ディスクも極一般的に薄膜堆積技術を用いて製造される。特に、磁気ヘッドの読み取りセンサを構成するいくつかの材料層は、典型的には、ウエーハ基板上に所定材料の全膜層をスパッタ堆積し、その層上にフォトレジスト構造のパターンを形成し、フォトレジスト構造の露光部分をイオン・エッチングで除去し、次いでフォトレジスト構造パターンを除去することによって形成される。

【0003】

この技術は、フォトレジスト構造用の「二層リフトオフ・マスク」を用いて適合するように、特に仕立てられる。二層リフトオフ・マスクは断面がTの字をなし、「T」の字の垂直部分は短く幅広であるが、その幅は、Tの字の水平トップ部分よりは幅広くない。Tのトップ部分は一般にはパターン化されたフォトレジスト層であり、Tのボトム垂直部分は通常ポリジメチルグルタルイミド(PMCI)からなるリリース層(あるいは下地層)である。この構造は(断面図に見られるように)左右に「アンダカット」を有し、各アンダカットはトップフォトレジスト部分の下に高さで長さを有している。 30

【0004】

従来プロセスでは、通常、アンダカットを伴って形成される二層リフトオフ・マスクを用いてストライプ高を決定する前に、読み取りセンサのトラック幅を決定する。特に、読み取りセンサ層がウエーハ基板上の全膜にスパッタ堆積され、ついで二層のリフトオフ・マスクが読み取りセンササイトを覆うように形成される。適切な配置の二層リフトオフ・マスクを用いてイオン・ミリングが行われ、そのマスクの下部分を除き読み取りセンサ材料の全部分を除去し、それにより読み取りセンサのトラック幅を決定する。続いて、ハードバイアスおよびリード層材料の全膜が二層リフトオフ・マスクの上とそれを囲む端部領域を覆おうようにスパッタ堆積される。二層リフトオフ・マスクを取り除くために、剥離剤がボトムリリース層を溶解するために導入される。これにより二層リフトオフ・マスクとその上に堆積されていたハードバイアスおよびリード材料はウエーハ基板から除去される。その後、同様の方法で読み取りセンサのストライプ高を決定する為このプロセスが繰り返される。 40

【0005】

50

不幸にして、極めて細いトラック幅を決定する場合は、二層リフトオフ・マスクのアンダカットの長さや高さのプロセス制御は困難になる。もしもアンダカットが長すぎると、これが不適切なリリース層材料を置き去りにし、それが原因で二層リフトオフ・マスクが基盤から離れやすくなり過ぎたり、次プロセス中に倒れたりする原因になる。もしもアンダカットが短すぎると、「フェンシング」が起こり得、その場合、アンダカットの高さを超えてスパッタ材の堆積がなされ、フォトレジストの除去後にも残ることになる。フェンスがあると読み取りセンサと磁気ヘッドのシールド間に電氣的ショートを意図に反して起こしかねない。

#### 【0006】

従来は、トラック幅決定プロセスの後にイオン・ミリングによりストライプ高を決定する際、ストライプ高決定プロセスのためのイオン・ミリングは、ある程度のリード材を除去するが、その除去されたリード材が読み取りセンサの上に再堆積され、それが電流の分流をもたらすことになっていた。同様に、イオン・ミリングによるリード材の除去により、リードの電気抵抗が必要以上に高くなる。従来のリフトオフ・プロセスを用いてトラック幅決定の前にストライプ高を決定すると、更に他の問題も発生する可能性がある。二層リフトオフ・マスク上とその周囲に絶縁材を堆積する際、アンダカット下の読み取りセンサ部に絶縁材がいくらか残る可能性がある。そうすると、続くトラック幅決定のためのイオン・ミリングプロセスが不完全になり、トラック幅が的確に決定できない。また、この問題に起因し、センサとシールドの間に形成される絶縁ギャップが最終的に望ましい厚さより厚くなってしまふ。最後に、トラック幅決定のためのフォトレジストの形成に用いる溶剤が、下の絶縁材料を好ましくなくエッチングし、電氣的ショートの可能性を増大させる。

#### 【0007】

従って、先行技術の欠陥を克服する極めて細いトラック幅の読み取りセンサ形成方法の必要性が強く存在する。

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0008】

本発明の課題は、極めて細いトラック幅の読み取りセンサ形成方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0009】

本発明は、上記課題を解決するために、トラック幅の前にストライプ高を決定することの特徴とする。この方法は、アンダカットなしで形成したフォトレジスト層を化学的機械研磨（CMP）リフトオフ・プロセスにより除去しておこなうものである。これにより、アンダカットを有するフォトレジスト構造を用いることに伴う諸問題は解消される。

#### 【0010】

読み取りセンサのストライプ高を決定する際、複数の読み取りセンサ層上の中央領域に第1フォトレジスト層を形成する。第1フォトレジスト層周辺の読み取りセンサ層の端部をエッチングにより除去し、ストライプ高を決定する。読み取りセンサ層の端部が除去されたところに絶縁層を堆積させる。そして、CMPパッドとの機械的相互作用により第1のフォトレジスト層を除去する。次に、読み取りセンサのトラック幅を決定するため、読み取りセンサ層の中央領域に第2フォトレジスト層を形成し、第2フォトレジスト層周辺の読み取りセンサ層の端部をエッチングにより除去し、トラック幅を決定する。読み取りセンサ層の端部が除去されたところにハードバイアスおよびリード層が堆積される。そして、CMPパッドとの機械的相互作用により第2フォトレジスト層が除去される。保護層（カーボン層など）が除去前のフォトレジストの下部に形成されることが望ましい。

#### 【0011】

トラック幅の前にストライプ高をこのようにして決定することにより、磁気ヘッドのストライプ高ゼロの位置をより正確に確定することができるという利点がある。ストライプ

高決定プロセスにおいてリード材がイオン・ミリングによって除去されることもなく、従って電流の分流の可能性も無くなり、リード抵抗の上昇ももたらさない。最後に、フォトレジストの下に保護層を設けることは、ストライプ高の決定を第1プロセスとしておこなう際に起こる電氣的ショートを防止する。これらの保護層は、フォトレジスト現像液が必要な材料（例えば絶縁材料）まで不用意にエッチングして溶かすことに対する障壁として働く。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、トラック幅の前にストライプ高を上述のように決定することにより、磁気ヘッドのストライプ高ゼロの位置をより正確に決定することができるという効果を奏する。 10

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下の説明は、本発明に基づいて現在考えられる最良の実施例である。この説明は、本発明の一般原理を説明するためのものであり、ここに請求する発明の概念の制限を意図するものではない。

【0014】

図1と2は、本発明の技術を用いた磁気ヘッドの読み取りセンサを形成する具体的な方法を示すフローチャートである。図1と2のフローチャートは、図3～22の部分的な読み取りセンサ構造の断面図に対応した工程の流れの要点を示す。特に、図1のフローチャートと対応する図3～11は、読み取りセンサのストライプ高の決定に関するものである。図2のフローチャートと対応する図12～22は、それに続く読み取りセンサのトラック幅決定に関するものである。 20

【0015】

さて、図1のフローチャートを図3～11の断面図と併せて参照しながら、読み取りセンサのストライプ高の決定プロセスを詳細に説明する。図3と組み合わせた図1から始めるとでは、複数の読み取りセンサ106が絶縁層104の上に堆積される（図1のステップ1020）。読み取りセンサ層106は、複数のよく知られた材料層からなり磁気抵抗（MR）センサあるいは巨大磁気抵抗（GMR）センサを構成する。絶縁層104はそれ自体シールド層102の上に形成され、磁気ヘッドの2つのシールド層の1つとなる。絶縁層104は、アルミナ（ $Al_2O_3$ ）又は $SiO_2$ など、適当な誘電体材料であればいずれでもよい。 30

【0016】

次の図4において、保護層202が読み取りセンサ層106の上に堆積される（図1のステップ1040）。保護層202は、厚さ約100～200オングストロームの間の厚さに形成されてよい。保護層202は、カーボンなど任意の適切な材料でよい。カーボンは、例えば、スパッタ・カーボン、ダイヤモンド状カーボン（DLC）、或いは、陰極アークでもよい。カーボンの硬さは、約22GPaが望ましい。

【0017】

次に図5において、フォトレジスト層302が保護層202上の中央領域に形成される（図1のステップ1060）。このフォトレジスト層302は、読み取りセンサのストライプ高を決定するために形成するものである。フォトレジスト層302は、ポリフェノリック・ポリマーかポリビニルフェノールから成り、保護層202の上にスピン塗布できる。ポリフェノリック・ポリマーは、フェノールとホルムアルデヒドとの共重合体であり、商業的にはノボラック（Novolak）として知られ、Hoechst Celanese, Sumitomo, 又は, Shipley から購入できる。フォトレジスト層302は、下のレリーズ層および／あるいはアンダカットを持たない単一の層で形成されることが望ましい。このようなフォトレジスト層302は、約150～600ナノメートル（nm）の範囲内の厚さに形成するとよい。 40

【0018】

図5のフォトレジスト層302を形成するのに、保護層202の上にフォトレジストの 50



薄膜を全面に形成し、ポジ型フォトレジストの場合、除去すべき領域に光を当てる。フォトレジストがネガ型フォトレジストの場合は、残すべき領域に光を当てる。続いて、フォトレジストを基本現像剤溶液に浸ける。用いる現像剤は、例えば、1:6 2401 (Shipley) 又は、1:4 AZ400K (Hoechst Celanese) のような水酸化カリウム (KOH) 現像剤であるが、ここで前記比率は現像剤対水の比率である。1:6 2401 現像剤の場合、現像時間は、露光したフォトレジストを除去するのに3分までかかり得る。他の基本的水溶性現像剤、例えば2.38%水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) を用いることもできる。

#### 【0019】

図5でフォトレジスト層302が形成された後、フォトレジスト層302を囲む保護層202の端部領域を除去するためエッチング・プロセス304を用いる(図1のステップ1080)。保護層202としてカーボンが用いられている場合、端部領域の保護層材を除去するのに反応性イオン・エッチング(RIE)を用いることができる。RIEは、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)か、酸素(O<sub>2</sub>)を含むものなど、適切なエッチング・ガスを用いて行うことができる。図6はその結果の構造を示すもので、読み取りセンサ層106の端部領域のトップ表面402が表に出ている。

#### 【0020】

続いて、フォトレジスト層302を囲む端部領域にある読み取りセンサ層106を除去するため更にエッチング・プロセス406が用いられる(図1のステップ1100)。このエッチング・プロセス406によって読み取りセンサのストライプ高が決定される。エッチング・プロセス406は、例えばイオン・ミリングのような、適当なエッチング・プロセスを用いることができる。図7は、その結果の構造を示し、従って、絶縁層104のトップ表面502が端部領域に露出している。

#### 【0021】

図8では、読み取りセンサ材料が除去された端部領域に、続いて絶縁層602が堆積されることを示している(図1のステップ112)。このステップで、絶縁材料は、フォトレジスト層302の上と、側面にも形成される。絶縁層602は、例えばアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、二酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)、又は酸化タンタル(TaO<sub>2</sub>)など、適当な絶縁材料であればいずれでもよい。絶縁層602は、絶縁層602のトップが読み取りセンサ層504のトップと実質的に同じ高さになるような厚さに堆積される。このことを達成する為に、此処での絶縁材料堆積は、時間的に適切に制御するか、或いは終点検出技術を用いることができる。

#### 【0022】

次に図9において、保護層702が、端部領域の絶縁層602の上に堆積される(図1のステップ1140)。このステップにおいて、保護材料は、フォトレジスト層302の上と、側面にも形成される。保護層702は、約100~200オングストロームの厚さに堆積される。保護層702の材料は、例えばカーボンのような適切な材料であればよい。カーボンは、例えばスパッタ・カーボン、ダイヤモンド状カーボン(DLC)、或いは、陰極アークでもよい。カーボンの硬度は、約22GPaが望ましい。

#### 【0023】

次に、フォトレジスト層302を除去するために化学的機械研磨(CMP)リフトオフ・プロセス706が用いられる(図1のステップ1160)。一般に、CMPプロセス中のCMPパッドの機械的な相互作用が、フォトレジスト層302をその下に残存する層から除去する。特に、CMPパッドはフォトレジスト構造(即ち、絶縁材とその上に形成された保護材を有するフォトレジスト層302)と機械的な接触をし、CMPパッドが保護層404と702のトップ表面に達するまで押し続ける。保護層404と702は読み取りセンサ層504と絶縁層602をCMPリフトオフ・プロセス706から保護する物理的障壁となる。CMPリフトオフ・プロセス706は、極めて薄い保護層404と702のみを除去することに固執する。CMPリフトオフ・プロセス706を実施した結果の構造が、図10である。

## 【0024】

図10において、残存構造から保護層404と702を除去するため、エッチング・プロセス802が用いられる(図1のステップ1180)。保護層404と702としてカーボンが使われている場合は、その保護材料の除去のためにRIEを用いることができる。RIEは、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)あるいは酸素(O<sub>2</sub>)を含むガスのごとき、適切なエッチング・ガスを用いて行うことができる。図11はその結果の構造を示すもので、読み取りセンサからのストライプ高902(「SH」)が決定される。図1のフローチャートは接続マーク“A”で終わる。

## 【0025】

続いて図2のフローチャートを図12～22の断面図と併せて参照しながら、トラック幅の決定プロセスを説明する。このトラック幅決定プロセスは先に図1と図3～11に関連して説明したストライプ高決定プロセスに続くものである。明らかになるように、トラック幅決定プロセスは、ハードバイアスおよびリード層が端部領域に堆積される点を除き、ストライプ高決定プロセスと実質的に同じである。

## 【0026】

図2および(図2の接続マーク“A”から)関連した図12により始まり、保護層1204は残存した読み取りセンサ層504の上に堆積される(図2のステップ2020)。保護層1204は、約50～100オングストロームの間の厚さに堆積される。保護層1204は、カーボンのような適切な材料であればよい。カーボンは、例えば、スパッタ・カーボン、ダイヤモンド状カーボン(DLC)、あるいは、陰極アークでもよい。カーボンの硬度は、約22GPaが望ましい。

## 【0027】

図13では、フォトレジスト層1302は中央領域において保護層1204の上に形成される(図2のステップ2040)。このフォトレジスト層1302は読み取りセンサのトラック幅を決定するために形成するものである。フォトレジスト層1302は、ポリフェノリック・ポリマーあるいはポリビニルフェノールを用い、保護層1204の上に回転塗布することができる。フォトレジスト層1302は、ボトムレリーズ層および/あるいはアンダカットを含まない単一の層として形成されることが望ましい。このようなフォトレジスト層1302は、約150～600ナノメートル(nm)の範囲内の厚さに形成するとよい。

## 【0028】

図13において、フォトレジスト層1302が形成された後、エッチング・プロセス1304はフォトレジスト層1302を囲む端部領域にある保護層1204を除去するために用いられる(図2のステップ2060)。保護層1204としてカーボンが用いられている場合、端部領域の保護層材を除去するのに反応性イオン・エッチング(RIE)が用いられる。RIEは、二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)か、酸素(O<sub>2</sub>)を含むガスのごとき、適切なエッチング・ガスを用いて行われる。図14はその結果の構造を示すもので、読み取りセンサ層504のトップ表面1404が端部領域に露出している。

## 【0029】

続いて、フォトレジスト層1302を囲む端部領域における読み取りセンサ層504を除去するため、更にエッチング・プロセス1406が用いられる(図2のステップ2080)。エッチング・プロセス1406は、例えばイオン・ミリングのような、任意の適当なエッチング・プロセスである。図15は、その結果の構造を示し、このエッチング・プロセスは新規に形成された読み取りセンサ1502のトラック幅を決定する。従って、絶縁層104のトップ表面1504の端部領域に露出している。

## 【0030】

図16において、ハードバイアス層1602が読み取りセンサ1502を囲む端部領域に堆積される(図2のステップ2100)。このステップでハードバイアス材料がフォトレジスト層1302のトップと側面にも同様に形成される。ハードバイアス層1602は、例えばコバルト・白金・クロムか又は他のコバルト系合金のような、いずれか適切な硬

磁性材料であればよい。次に図 17 において、リード層 1702 が、ハードバイアス層 1602 の上の端部領域に堆積される（図 2 のステップ 2100）。このステップにおいて、リード材料がフォトレジスト層 1302 のトップと側面に同様に形成される。リード層 1702 は、電流源から読み取りセンサ 1502 へ検知電流  $I_s$  が流れるための電氣的な接続を提供する。リード層 1702 は、例えばロジウム (Rh)、タンタル (Ta)、あるいは金 (Au) のような任意の適切な導電体であればよい。図に見られるように、ハードバイアスおよびリード層 1602 と 1702 は、リード層 1602 のトップが読み取りセンサ層 1502 のトップと実質的に同じ高さになるような厚さに堆積する。

#### 【0031】

図 18 においては、保護層 1802 が端部領域のリード層 1702 の上にそれから堆積される（図 2 のステップ 2120）。このステップにおいて、保護材料は、フォトレジスタ 1302 のトップと側面に同じように堆積される。保護層 1802 は、約 50 ~ 100 オングストロームの間の厚さに堆積されてよい。保護層 1802 は、カーボンのような任意の適切な材料であればよい。カーボンは、例えば、スパッタ・カーボン、ダイヤモンド状カーボン (DLC)、或いは、陰極アークでもよい。カーボンの硬度は、約 22 GPa が望ましい。

#### 【0032】

次に、化学的機械研磨 (CMP) リフトオフ・プロセス 1804 がフォトレジスト層 1302 を除去するのに用いられる（図 2 のステップ 2140）。この CMP リフトオフ・プロセスは、図 9 と図 1 のステップ 116 の CMP リフトオフ・プロセス 706 と同じプロセスであることが望ましい。一般に、CMP プロセス中の CMP パッドの機械的な相互作用が、その下の残存している層からフォトレジスト層 130 を除去する。特に、CMP パッドがフォトレジスト構造（即ち、その上にハードバイアス材、リード材および保護材を有するフォトレジスト層 1302）と機械的な接触をし、CMP パッドが保護層 1402 のトップ表面に達するまで押し続ける。保護層 1402 と 1802 は読み取りセンサ層 1502 とリード層 1702 を CMP リフトオフ・プロセス 1804 から保護する物理的障壁となる。CMP リフトオフ・プロセス 1804 は、極めて薄い保護層 1402 と 1802 のみを除去することに固執する。CMP リフトオフ・プロセス 1804 を実施した結果の構造が、図 19 である。

#### 【0033】

図 2 の CMP リフトオフステップ 2140 の丁度前に、従来のリフトオフにおけるように溶剤（例えば、N-メチル-2-ピロリドン、即ち NMP）に浸してもよいが任意である。これは、読み取りセンサのトラック幅の端に沿って形成されているかもしれないフェンスを除去するのに役立つ。

#### 【0034】

ステップ 214 の CMP の後、図 19 のエッチング・プロセス 1902 は、残存している構造から保護層 1402 と 1802 を除去するために用いられる（図 2 のステップ 2160）。保護層 1402 と 1802 にカーボンが使用される場合は、その保護層材を除去するために RIE を用いることができる。図 20 はその結果の構造を示すもので、読み取りセンサ 1502 のトラック幅 2002 (「TW」) が決定している。図 21 は、その読み取りセンサのストライプ高 902 とトラック幅 2002 を簡略化したトップダウン図である。

#### 【0035】

以上、ストライプ高をトラック幅に先だって決定する磁気ヘッド用読み取りセンサ製造方法について説明した。この方法は、アンダカットなしで形成したフォトレジストを用い、それを化学的機械研磨 (CMP) プロセスにより除去することにより行われる。これによって、従来方法に伴った諸問題は解決された。本発明のユニークな方法によりストライプ高をトラック幅の前に決定することにより、ゼロ・ストライプ高の位置をより正確に決定することができる。CMP リフトオフ技術を用いることにより、読み取りセンサの端部は、従来のリフトオフ・プロセスを用いた場合に較べ、より鋭く、より切り立った側面を

もったものに形成することができる。ストライプ高決定プロセスにおいてリード材がイオン・ミリングによって除去されることが無いので電流の分流の可能性が解消されリード抵抗の増加も生じない。最後に、ストライプ高を先に決定する際にフォトレジスト現像液による絶縁材料の意図せざるエッチングに起因して電氣的ショートが起こる可能性も保護層を用いることで解消されている。

#### 【0036】

先行技術のトラック幅決定の一問題点について図22によってさらに詳しく説明する。図22には、従来の2層リフトオフ・マスク2202が、上部フォトレジスト層2204と下のリリース層2206（発明の背景の項で説明した）を有していることを示している。描かれているように、2層リフトオフ・マスク2202はアンダカットを有して「T」形に形成されている。そのような構造の上に従来技術を用いて絶縁材料602を堆積すると、いくつかの絶縁材料2208が、意図に反してアンダカット領域の読み取りセンサ材料504上に形成される。この絶縁材料2208は、2層リフトオフ・マスク2202が除去された後も残存する。図21に戻って、2層リフトオフ・マスク技術を用いた場合に意図に反して絶縁材料で覆われてしまう領域2102が示されており、トラック幅決定が不正確になってしまう。本発明は、アンダカットのないフォトレジスト層を使うことによりこの可能性を除いている。

#### 【0037】

締めくくりに、図23は、本発明で作った読み取りセンサを有する磁気ヘッド2321を採用したデータ・ストレージ・デバイス2300（例えば、ディスク・ドライブ）を示している。図23においては、少なくとも1枚の回転可能な磁気ディスク2321がスピンドル2314上に支持されてディスク駆動モータ2318によって回転する。各ディスク上の磁気記録媒体は、ディスク2312上の同心円状のデータ・トラック（図には示されていない）をなしている。少なくとも1個のスライダ2313がディスク2312の上に置かれ、各スライダ2313は読み取りセンサーを組み込んだ磁気読み取り／書き込みヘッド2321を支持している。ディスクが回転すると、スライダ2313がディスク表面2322の上を半径方向に内外に動き、磁気ヘッド2321が目的のデータが記録されたディスクの任意の箇所にアクセスできるようにする。各スライダはアクチュエータのアーム2319にサスペンション2315を介して付いている。サスペンション2315は僅かなバネの力でスライダ2313をディスク表面2322に向かわせている。各アクチュエータのアーム2319は、アクチュエータ手段2327に付いている。図23のアクチュエータ手段2327はボイス・コイル・モータ（VCM）でもよい。VCMは、固定磁界の中を動くコイルからなり、コイルの動きの方向とスピードは、コントローラ2329から供給されるモータ電流信号によって制御される。

#### 【0038】

ディスク・ストレージ・システムの稼働中、ディスク2312の回転は、スライダ2313とディスク表面2322との間に空気ベアリングを生じさせ（ヘッド2321を含みディスク2312の表面に面するスライダ2313の表面を空気ベアリング面（ABS）と呼ぶ）、スライダを上方に押し上げる力が働く。空気ベアリングは、従って、サスペンション2315の僅かなスプリング力と釣り合い、通常運転中、スライダ2313をディスク面から離れた上方に僅かな一定の間隙を保って保持する。ディスク・ストレージ・システムの種々の構成部分は、コントロール・ユニット2329が生成するアクセス制御信号とか内部時計信号といった制御信号によって運転制御される。通常は、コントロール・ユニット2329は論理制御回路、ストレージ手段とマイクロプロセッサを有する。コントロール・ユニット2329は、例えばライン2323上の駆動モータ制御信号やライン2328上のヘッドの位置およびシーク制御信号など、様々なシステム・オペレーションを制御するための制御信号を生成する。ライン2328上の制御信号は、スライダ2313をディスク2312上の望むデータ・トラックに最適に移動・位置決めするための電流プロファイルを提供する。読み取り信号（書き込み信号も）は、記録チャンネル2325によって読み取り・書き込みヘッド2321から（そして、（ヘッド）へ）伝えられる。

## 【0039】

上記は、単に本発明の好ましい実施例を説明したものであり、付された請求項に記された本発明の真の精神と範囲を逸脱することなく、様々な変化、代替、変更が為されうること理解すべきである。明細書と請求項における用語や語句は、通常の言葉の意味と異なる特別の意味を持たせたものはほとんどなく、従って、明細書は用語を不当に狭く定義する為に使ってはならない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0040】

【図1】本発明の磁気ヘッドの読み取りセンサ形成方法、特に、読み取りセンサのトラック幅を決定する前にそのストライプ高を決定する方法を説明するためのフローチャートである。 10

【図2】図1の続きで、本発明の読み取りセンサの製造方法、特に、ストライプ高を確定した後にトラック幅を決定する方法を説明するためのフローチャートである。

【図3】本発明の磁気ヘッドの読み取りセンサの製造方法を説明する断面図（図3～22）の最初のもので、特に、絶縁・シールド層の上に複数の読取センサ層を作るところを示す図である。

【図4】保護層（例えばカーボン）が読み取りセンサ層上に形成されている点を除き図3と同じである。

【図5】図5は、アンダカットの無いフォトレジスト層が保護層上アンダカットを伴って形成される二層リフトオフ・マスクを用いてこのようにして図1のフローチャートの続きである中央領域に形成されている点を除き図4と同じである。 20

【図6】保護層のフォトレジスト層を囲む端部が反応性イオン・エッチング（RIE）により除去されている点を除き図5と同じである。

【図7】読み取りセンサ層の端部領域がイオン・エッチングにより除去されている点を除き図6と同じである。

【図8】図8は、絶縁層が端部領域に堆積されている点を除き図7と同じである。

【図9】図9は、端部領域に保護層（例えばカーボン）が形成されている点を除き図8と同じである。

【図10】フォトレジスト層が化学的機械研磨（CMP）リフトオフ技術により除去されている点を除き図9と同じである。 30

【図11】残った保護層がRIEにより除去されているーストライプ高確定工程が完了一点を除き図10と同じである。

【図12】保護層（例えばカーボン）が読み取りセンサ層の上に形成されている点を除き図11と同じである。

【図13】アンダカットの無いフォトレジスト層が保護層上中央領域に形成されている点を除き図12と同じである

【図14】保護層のフォトレジスト層を囲む端部領域がRIEにより除去されている点を除き図13と同じである。

【図15】読取センサ層の端部領域がイオン・エッチングにより除去されている点を除き図15と同じである。 40

【図16】ハードバイアス層が端部領域に形成されている点を除き図15と同じである。

【図17】リード層が端部領域のハードバイアス層上に形成されている点を除き図16と同じである。

【図18】保護層が端部領域のリード層上に形成されている点を除き図17と同じである。

【図19】フォトレジスト層が化学的機械研磨（CMP）リフトオフ技術により除去されている点を除き図18と同じである。

【図20】残った保護層が除去されているートラック幅決定が完了一点を除き図19と同じ図である。

【図21】本発明によりできた読み取りセンサを上から見た簡略図である。 50

【図 22】 アンダカットを有する二層リフトオフ・マスクを用いる読取センサ形成法による従来工程の横断面図である。

【図 23】 本発明の読み取りセンサを有する磁気ヘッドを用いるデータ・ストレージ機器（例えばディスク・ドライブ）の図である。

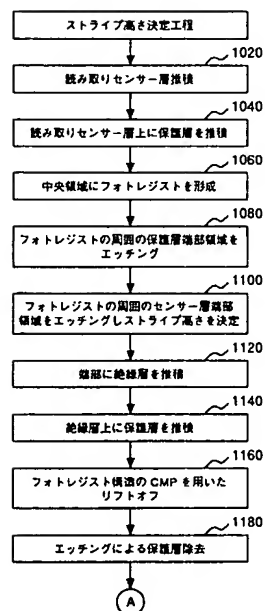
【符号の説明】

【0041】

102…シールド層、104…絶縁層、106…読み取りセンサ106、202…保護層、302…フォトレジスト層、402…端部領域のトップ表面、404…保護層、406…エッチング・プロセス、502…絶縁層のトップ表面、504…読み取りセンサ層、602…絶縁層、702…保護層、706…化学的機械研磨（CMP）リフトオフ・プロセス、802…エッチング・プロセス、902…ストライプ高、1204…保護層、1302…フォトレジスト層、1304…エッチング・プロセス、1402…保護層、1404…読み取りセンサ層のトップ表面、1406…エッチング・プロセス、1502…読み取りセンサ、1504…絶縁層のトップ表面、1602…ハードバイアス層、1702…リード層、1802…保護層、1804…化学的機械研磨（CMP）リフトオフ・プロセス、1902…エッチング・プロセス、2002…トラック幅、2102…意図に反して絶縁材料で覆われてしまう領域、2202…2層リフトオフ・マスク、2204…トップフォトレジスト層、2206…リリース層、2300…データ・ストレージ・デバイス、2312…磁気ディスク、2313…スライダ、2314…スピンドル、2315…サスペンション、2318…駆動モータ、2319…アクチュエータのアーム、2321…磁気読み取り／書き込みヘッド、2322…ディスク表面、2323…ライン、2327…アクチュエータ手段、2328…ライン、2329…コントローラ。

【図 1】

図 1



【図 2】

図 2

